Aus der Physiologisch-chemischen Anstalt der Universität Basel

Die Gefahr der Demineralisation und Transmineralisation unserer Nahrungsmittel

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Universität Basel
vorgelegt von

Theodor Lang, med. pract.
von Pfaffnau, Luzern

Basel 1930
Druck von Benno Schwabe & Co., Basel

Aus der Physiologisch-chemischen Anstalt der Universität Basel

Die Gefahr der Demineralisation und Transmineralisation unserer Nahrungsmittel

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Universität Basel
vorgelegt von

Theodor Lang, med. pract.
von Pfaffnau, Luzern

Basel 1930
Druck von Benno Schwabe & Co., Basel

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt
auf Antrag von Prof. Dr. K. Spiro.
Tag der Promotion: 28. November 1929
Basel, den 30. April 1930.

Brückner
z. Z. Dekan.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus der Schweizerischen Medizinischen Wochenschrift, 60. Jahrgang 1930, Nr. 10, Seite 219.

0247

Während bis vor wenigen Jahren der Mineralstoffwechsel mehr von Pflanzen- als von Tier-Physiologen bearbeitet wurde, wächst die Literatur über ihn auch in der medizinischen Publizistik in der letzten Zeit reißend an.

Das hat wohl mehrere Gründe, einmal hat die physikalisch-chemische Betrachtung der Lebensvorgänge von ganz neuen Seiten her die Bedeutung gerade anorganischer Substanzen gezeigt (z. B. Alkalireserve, Pufferung usw.), andererseits hat die Methodik zur Bestimmung der Mineralstoffe dank der Einführung der Mikroverfahren so große Fortschritte gemacht, daß eine Reihe von Problemen einer exakten Forschung zugänglich wurde, die früher nur ungenügend bearbeitet werden konnten.

Das ist umso mehr zu begrüßen, da auch auf diesem Gebiet der Ernährungslehre vorgefaßte Meinungen vielfach höher geschätzt werden als exakte Befunde, und z. B. der leidenschaftliche Eifer eines *Hindhede* auch bei prominenten Aerzten mehr Gehör findet als die klassische Experimentierkunst eines *Rubner*.

Ich versuche im Folgenden einen kleinen Beitrag zu liefern zu einer umgrenzten, aber nicht unwichtigen Ernährungsfrage, nämlich: welche Aenderungen erfährt unsere Nahrung speziell unser Gemüse beim Kochen bezüglich der mineralischen Zusammensetzung.

Es ist seit langem bekannt, daß Fleisch mit kaltem Wasser aufgesetzt beim Kochen einen großen Teil seiner Salze an die Brühe abgibt. Ein Verlust entsteht aber nicht, da die Brühe gewöhnlich als Suppe genossen wird. Bei den Vegetabilien wird im Gegensatz zum Fleisch die Brühe vielfach weggegossen, weil sie keine geschmackreizenden Extraktivstoffe enthält. Die ausgelaugten Mineralbestandteile gehen somit für den Organismus verloren.

Ragnar Berg hat zahlreiche Untersuchungen angestellt, um die beim Abbrühen verschiedener Gemüse entstehenden Verluste

an Mineralbestandteilen zu bestimmen. Aus seinen Tabellen geht hervor, daß beim Abbrühen der Gemüse ein Drittel bis drei Viertel aller Mineralbestandteile verloren geht. Für die Alkalien (K und Na) findet er sogar einen Verlust bis zu 93,7%.

Im Haushalt wird aber den Gemüsen beim Abkochen meist Kochsalz zugesetzt (eventuell auch erst nach dem Abbrühen), ich habe darum den Mineralverlust einiger Gemüse nach Kochen in einer 1%igen Kochsalzlösung bestimmt.

Bezüglich der *Methodik* möchte ich folgendes bemerken: speziell für das wichtige Problem der *Natriumbestimmungen* mußte man bis vor kurzer Zeit sich mit der indirekten Analyse begnügen, die aber nunmehr zu Gunsten der direkten Methoden verlassen werden konnte.

Die heute gebräuchlichen Verfahren lassen sich auf folgende Fällungsreaktionen zurückführen. In der einen Gruppe wird das Na als schwerlösliches Pyroantimoniat gefällt. Die zuerst von *Kramer* und *Tisdall* in die Biochemie eingeführte gravimetrische Bestimmung wurde später von *Hans Müller* zu einer jodometrisch-titrimetrischen ausgearbeitet. In der zweiten Gruppe von Methoden wird das Na durch das Ball'sche Reagens als Natrium-cäsium-wismut-nitrit gefällt. Für Serum wurde diese Methode zum ersten Mal von *Doisy* und *Bell* verwendet, *Tschopp* hat sie zu einer kolorimetrischen und titrimetrischen Mikromethode ausgearbeitet. Leider können wir diese sehr expeditive Methode, mit der z. B. *M. Wieser* noch seine zahlreichen Natriumbestimmungen in Nahrungsmitteln gemacht hat, nicht mehr anwenden, da das Cäsiumnitrat derart im Preise gestiegen ist, daß wir auf seine Beschaffung verzichten mußten.

Wesentliche Verbesserung brachte die von *Barrenscheen* angegebene kolorimetrische und vor allem die 1928 von *Grabar* veröffentlichte gravimetrische Methode. Beiden Verfahren liegt die Fällung des Natriums als komplexes Uranyl-magnesium-natriumacetat zugrunde.

Barrenscheen verwendet für die kolorimetrische Auswertung die bei der Umsetzung des Uranylazetates mit Ferrozyankalium entstehende braunrote Verfärbung. Beim Arbeiten mit veraschtem Material sind uns jedoch häufig Trübungen aufgetreten, die ein Kolorimetrieren verunmöglichten. Der Vorteil der *Grabar*'schen Methode beruht vorwiegend auf einer Verbesserung der Phosphatfällung.

Nach seinen Angaben werden die Phosphate nach Zusatz von Eisenchlorid und einigen Tropfen Bromwasser in ammoniakalischer Lösung, als Eisenphosphat gefällt. Ist diese Fällung unvollständig, so tritt natürlich bei Zusatz von Uranylazetat noch-

mals eine Fällung der Phosphate ein. In diesem Fall wird nochmals durch ein aschenfreies Filter filtriert. In der phosphatfreien Lösung wird durch Zusetzen von Magnesiumuranylazetat das Na als Komplexsalz ausgefällt, filtriert und der Filterrückstand zur Wägung gebracht.

Um bei der Veraschung jeglichen Salzverlust zu verhüten, hat *Grabar* auch die Salpetersäurebehandlung etwas modifiziert. Er bringt den Kolben mit der zu veraschenden Substanz vorerst in ein Wasserbad und erst, wenn sich die Substanz aufgelöst hat, in ein Oelbad von 140—160°, später in ein solches von 180°. Wenn sich die Salpetersäure verflüchtigt hat, wird neue zugesetzt. Die Veraschung wird solange durchgeführt, bis die Lösung vollständig klar und ungefärbt ist.

Da diese Veraschung sehr zeitraubend ist, habe ich meine Versuche zum Teil auch unter Rückfluß-Kühlung nach *Rossenbeck* bezw. *Tschopp* ausgeführt.

Eine Reihe von Untersuchungen, die wir mit der Grabar'schen Methode, sowohl in Veraschungslösungen als auch in einer Kochsalz-Standardlösung angestellt haben, zeigte uns, daß mit dieser Methode, bei genauem Innehalten der von *Grabar* angegebenen Vorschriften und bei einiger Uebung recht genaue Resultate erzielt werden können. Meine Kontrollversuche mit einer 1%igen Kochsalzlösung stimmten bis auf 1—2% überein. Ueber eine Vereinfachung der Methode wird demnächst aus unserm Institut berichtet werden (C. Egg).

Bezüglich der Bestimmung von Kalium, Kalzium und Phosphor habe ich die bewährten Methoden von *Kramer* und *Fiske-Subbarow* verwandt.

Ich gebe zunächst die Zahlen, die ich für sechs frische Gemüse gefunden habe.

Tabelle I.

Bestimmungen in frischen Gemüsen.

	I a								I b		
	Milligramm in 100 g frischer Substanz				Milligramm Aequivalente						
	Na	K	Ca	P	Na	K	Ca	P	Na: =1	K:	Ca
Weißkohl	14,7	162,6	20,8	41,6	0,64	4,25	1,05	1,34	1	6,65	1,58
Rote Rüben	31,5	121,3	18,4	25,6	1,4	3,1	0,86	0,82	1	2,22	0,63
Erbsen	29,3	88,4	18,35	27,8	1,28	2,25	0,85	0,89	1	1,6	0,60
Jg. Karott.	26,0	119,6	24,1	23,65	1,13	3,05	1,18	0,76	1	2,75	1,06
Tomaten	15,65	92,0	19,3	30,8	0,68	2,35	0,95	0,98	1	3,45	1,4
Blumenkohl	48	109,5	60,0	103,4	2,1	2,8	2,95	3,2	1	1,34	1,4

Nach den gefundenen Milligrammwerten habe ich die Milligramm-Aequivalente berechnet und gebe ferner in einer

besonderen Tabelle das Verhältnis der Aequivalente von Kalium und Kalzium berechnet auf 1 Aequivalent Natrium.

Man sieht sofort, daß das Verhältnis Na : K in den frischen Gemüsen außerordentlich verschieden ist, während es beim Blumenkohl 1 : 1,34 ist, ist es beim Weißkohl wie 1 : 6,65. Sehr viel geringer sind die Schwankungen in dem Verhältnis Na : Ca; den niedrigsten Wert geben die Erbsen mit 1 : 0,61 gegenüber dem Weißkohl mit 1 : 1,58.

R. Berg hat in seiner bekannten Arbeit ja nachgewiesen, daß beim Kochen mit Wasser ein starker Verlust an Kalium und Kalzium eintritt, ich habe zur Ergänzung den Versuch so eingerichtet, daß ich die sechs analysierten Gemüse nicht im Wasser, sondern küchenmäßig in einprozentiger Kochsalzlösung gekocht habe.

Tabelle II.

In einer 1% NaCl Lösung gekocht.

	Milligramm in 100 g Substanz				Milligramm Aequivalente						
	Na	K	Ca	P	Na	K	Ca	P	Na:	K:	Ca
Weißkohl	332,6	25,5	18,45	49,7	14,4	0,65	0,89	1,41	1	0,045	0,062
Rote Rüb.	171,45	20,5	14,36	23,9	7,4	0,53	0,71	0,77	1	0,072	0,096
Erbsen	113,8	8,5	14,55	27,8	4,9	0,22	0,72	0,89	1	0,045	0,147
Jg. Karott.	242,1	29,7	21,7	22,8	10,3	0,76	1,06	0,73	1	0,075	0,10
Tomaten	125,3	6,4	15,40	31,7	5,4	0,16	0,76	1,1	1	0,03	0,14
Blumenkohl	391	8,9	30,36	101,5	17	0,24	1,5	3,25	1	0,014	0,88

Wie man aus dem Vergleich der beiden Tabellen sieht, verlieren beim küchenmäßigen Kochen in Salzlösung die Gemüse in der Tat den größten Teil ihres Kaliums, bei den Tomaten über 93%.

Dagegen gehen große Mengen Natrium aus dem Kochwasser in die Gemüse hinein. So finden wir z. B. im Weißkohl nach dem Abbrühen nahezu die 23-fache Menge Na wie vor dem Kochen. Im Gegensatz zu den in der Literatur angegebenen Abbrühversuchen ohne NaCl-Zusatz sind die Verluste an Kalzium bedeutend geringer, während die Phosphorwerte nur unwesentlich abnehmen.

Vergleichen wir die Summe der Aequivalente von Na und Kalium vor und nach dem Kochen in einer NaCl-Lösung, so finden wir nach dem Abbrühen durchwegs höhere Werte, mit andern Worten, die starken Verluste an Kalium werden durch das aus dem Kochwasser in die Gemüse hinein diffundierte Na äquivalentmäßig reichlich kompensiert. Die bedeutenden Verluste an Alkalien, die beim Abbrühen ohne NaCl-Zusatz eintreten, bleiben also aus, sobald dem Kochwasser NaCl zugesetzt wird.

Vor allem aber sind die Kalkverluste so minimal, daß eine

Befürchtung nach dieser Richtung hin gar nicht zu bestehen braucht ausgenommen, es müßten besondere Verhältnisse gerade zu einer möglichst reichen Kalziumzufuhr zwingen, aber auch dann stehen in der Ernährungspraxis genug andere Mittel zur Verfügung.

Die vorstehenden Versuche zeigen also, daß bei der küchenmäßigen Bereitung der Gemüse durch Kochen mit Wasser unter Zusatz von Salz sicher kein Verlust an basischen Aequivalenten eintritt, sondern nur eine Verarmung an Kalium, während die Abnahme an Kalzium gering ist. Da aber das nicht die einzige Art der küchenmäßigen Zubereitung ist, habe ich für das hauptsächlich in Betracht kommende pflanzliche Nahrungsmittel, die Kartoffeln, noch besondere Versuche angestellt, indem dieselbe Kartoffelsorte in rohem Zustand, als Salzkartoffel, Pellkartoffel (geschwellte Kartoffel) und Bratkartoffel von mir analysiert wurde.

Ich gebe nachfolgend die Analysenzahlen.

Tabelle III.

	Milligramm					Aequivalente					Verhältnis		
	Na	K	Ca	P	Cl	Na	K	Ca	P	Cl	Na:	K:	Ca
Kartoffeln roh	21	560	30	80,5	388	0,91	14,2	1,48	2,6	11	1	10,5	1,64
Salzkartoffeln	99,3	121	24,8	76,4	582	4,62	3,2	1,22	2,45	16,4	1	0,68	0,26
Schwellkart.	7,1	136	28,5	74,2	107	0,318	3,5	1,4	2,46	3,04	1	11	4,4
Bratkartoffeln	184	355	24,3	72	530	8	9	1,2	2,4	15	1	1,23	1,5

Was vor allem auffällt, sind die starken Schwankungen im Kaliumgehalt. Wie zu erwarten war, finden wir die größten Kaliumverluste bei den in einer Kochsalzlösung gekochten Kartoffeln (in Uebereinstimmung mit den obigen Versuchen), während der Verlust in den geschwellten Kartoffeln „Pellkartoffeln", d. h. den in wenig Wasser, also hauptsächlich in Wasserdampf, weichgekochten Kartoffeln etwas geringer ist. Der niedrige Na-Wert ist dadurch zu erklären, daß den Pellkartoffeln vor dem Kochen kein Kochsalz zugesetzt wird. Am geringsten ist der Kaliumverlust bei den im Fett gebackenen Kartoffeln.

Vergleichen wir im Sinne von *Ragnar Berg* die Summe der basischen zu der Summe der sauren Aequivalente in obiger Tabelle so erhalten wir

	basische Aequivalente	saure Aequivalente
Kartoffeln roh	16,6	13,6
Salzkartoffeln	8,04	18,95
Pellkartoffeln	5,2	5,5
Bratkartoffeln	18,2	17,4

Während wir also bei rohen Kartoffeln einen Basenüberschuß von 3 Aequivalenten finden, entsteht bei den Salzkartoffeln

ein Säurenüberschuß von über 10 Aequivalenten, bei Pellkartoffeln ein solcher von 0,28 Aequivalenten, während die Bratkartoffeln einen Basenüberschuß von 0,8 Aequivalenten zeigen. Die stärksten Differenzen, sowohl in Bezug auf den Kaliumgehalt als auch im Verhältnis der sauren zu den basischen Aequivalenten, finden wir zwischen Salzkartoffeln und Bratkartoffeln.

Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, würden wir also, bei ausschließlicher Ernährung mit Bratkartoffeln, dem Organismus nahezu die 3-fache Menge Kalium zuführen, als bei ausschließlicher Ernährung mit Salzkartoffeln.

Um über die Ausscheidungsgeschwindigkeit der Kaliumsalze, auf die ich weiter unten noch zu sprechen kommen werde, einen Ueberblick zu gewinnen, habe ich dann an mir selbst einige Versuche angestellt, indem ich während zwei Tagen ausschließlich Salzkartoffeln und während zwei weitern Tagen ausschließlich Bratkartoffeln zu mir genommen und je die gesamte Urinmenge der zweiten 24 Stunden auf seine Mineralbestandteile untersucht habe.

Dabei fand ich in der gesamten Urinmenge der zweiten 24 Stunden, nach Einnahme von 1800 g Salzkartoffeln:

ccm	Na		K		Ca		P		Cl		ph	K/Na
180	201	8,7	14,8	0,33	17,7	0,88	15,4	0,5	59,6	16,8	6,4	0,042
2350	4720	206	342	8,74	416	21,6	362	11,3	1400	39,5		

Nach Einnahme von 1800 g Bratkartoffeln:

Na		K		Ca		P		Cl		K/Na	ph
85,2	3,72	94	2,4	17,6	0,89	20,8	0,67	22,7	0,64		
1570	68,2	1240	32,6	325	16,3	385	12,4	385	10,4	0,475	6,4

Wie zu erwarten war, ist der Urin nach Verabreichung von Bratkartoffeln bedeutend reicher an Kalium. Während der Quotient K: Na in der ersten Tabelle 0,042 beträgt, steigt er in der zweiten Tabelle auf 0,475. Berechnen wir das Verhältnis der ausgeschiedenen zur aufgenommenen Kalimenge, so ergibt sich für die erste Tabelle eine Ausscheidung von 342 mg gegenüber einer Aufnahme von 1089 mg Kalium, für die zweite Tabelle eine Ausscheidung von 1240 mg gegenüber einer Aufnahme von 3195 mg. Es wurden also im ersten Versuch 33,7%, im zweiten Versuch 39% des eingeführten Kaliums im Urin ausgeschieden.

Vergleichen wir nach *R. Berg* die Summen der basischen mit den sauren Aequivalenten, so ergibt sich für die erste Tabelle:

236,34 basische gegenüber 53,9 sauren Aequivalenten.

Für die zweite Tabelle:

117,1 basische gegenüber 26,2 sauren Aequivalenten.

Das gegenseitige Verhältnis der basischen zu den sauren Aequivalenten bleibt also in beiden Versuchen ungefähr gleich.

Aus den bisherigen Versuchen ergibt sich zweifellos, daß beim Abkochen der Gemüse in reinem Wasser eine *Demineralisation* stattfindet, die man allerdings in gewissem Grade verhüten kann durch Kochsalz-Zusatz, wobei dann aber doch nicht verhindert wird, daß eine Umänderung in der Gesamtzusammensetzung, im sogenannten anorganischen Milieu stattfindet, also das, wofür *Markwalder* den Namen *Transmineralisation* vorgeschlagen hat. Um zunächst von der Demineralisation zu sprechen, so betrifft diese natürlich bei im Wasser abgebrühten Gemüsen im wesentlichen Kochsalz und Kaliumchlorid. Die Jahrtausende lange wohl begründete Gewohnheit der Menschen, NaCl zur Nahrung zuzusetzen, namentlich zur gekochten, sei es vor, sei es nach dem Kochen, befriedigt sicherlich nicht nur ein instinktmäßiges Bedürfnis, sondern sie stellt auch dem Körper einen für das Leben notwendigen Bestandteil in erheblichem Maße zur Verfügung. Denn wir müssen uns darüber klar sein, daß das *Kochsalz* unter den Mineralstoffen eine *besondere* Rolle spielt. Das ist schon ersichtlich daraus, daß es im Blut über alle andern Bestandteile der Menge nach bei weitem überwiegt, es ist derjenige Stoff, der in den *inter*zellulären Flüssigkeiten den osmotischen Druck aufrecht erhält. Aus diesem Grund geht auch der Organismus so sparsam mit dem Kochsalz um, worauf jüngst *Tschopp* wiederholt hingewiesen hat, und was ja aus der Resorption dieses Salzes in der Niere, in der Gallenblase, im Darm usw. ersichtlich ist. Eine starke Demineralisation also gerade dieses Salzes würde in der Tat eine Gefahr bedeuten, doch wissen wir ja, daß der Organismus sich gegen einen Mangel dieses Salzes sträubt, viele Speisen sind ungesalzen einfach ungenießbar und jeder Arzt weiß, daß im alltäglichen Leben eher die Gefahr eines Zuviel an Kochsalz als die eines Zuwenig besteht.[1])

Eine Demineralisation im Sinne einer Abnahme der Gesamtsumme der Aschenbestandteile ist also als Folge der altgewohnten küchenmäßigen Zubereitung der Gemüse kaum zu befürchten und damit werden eigentlich auch die wesentlichen Bedenken hinfällig, die *R. Berg* geäußert hat, und die von den Rohköstlern so vielfach gerade aus seinen Argumenten heraus für die Propagierung ihrer „Reform" geäußert werden, und auf die ich noch weiter unten zu sprechen komme. Wenn *R. Berg* weiterhin meint, daß durch die Art der Zubereitung *das Verhältnis von Basen zu Säuren*, das sogenannte Basen-Säurengleichgewicht sich

[1]) Vgl. eine demnächst in dieser Wochenschrift erscheinende Arbeit von *J. Markwalder* (Baden).

ändert, so trifft das einmal wie oben hervorgehoben nicht immer in dem von ihm errechneten Grade zu. Wir müssen ferner bemerken, daß die Berechnung, die *R. Berg* benutzt, nicht einwandfrei ist, denn wir können durch die Aschen-Analysen gar nichts zahlenmäßig Sicheres aussagen über das Verhältnis von Basen und Säuren sowohl der Nahrungsmittel wie der zubereiteten Nahrung, da ja in beiden vielfach die anorganischen Substanzen in komplexer Bindung vorhanden sind. Wir wissen ferner nicht, wieviel solcher komplexen Verbindungen auch im Harn erscheinen (gepaarte Schwefel- und Phosphorsäuren sind bekannt), und vor allem ob nicht auch im Kot Aschenbestandteile in komplexer Bindung vorkommen. Aus der Aschenanalyse auf die Basen-Säurebilanz des Organismus Schlüsse zu ziehen, ist daher einstweilen unmöglich.

Vor allem aber ist es nicht richtig, daß die Neutralisation im Organismus abhängt von den in der Nahrung zugeführten mineralischen Basen und Säuren. Abgesehen davon, daß *Berg*'s Anschauungen experimentell von *Jansen* aus der *Fr. Müller*'schen Klinik bestritten sind, eine Anzahl von Arbeiten aus jüngster Zeit hat uns weitere Einblicke tun lassen in den Mechanismus, mit dem die Niere die Neutralisation zu besorgen vermag, indem sie zur Säuerung Phosphorsäure, vor allem aber zur Säureneutralisierung Ammoniak abspalten kann. Wir haben im Harnstoff ein fast unerschöpfliches Reservoir zur Säureneutralisation, indem Stoffe, aus denen normaler Weise Harnstoff entsteht, zur Absättigung von Säuren herangezogen werden können. *R. Berg* sieht allerdings die Ammoniakbildung als eine „wenn auch heuristische Krankheitserscheinung" an, wie krank müssen dann alle Säuglinge sein! Wenn wir auch über die Einzelheiten des chemischen Mechanismus noch nicht unterrichtet sind, z. B. nicht wissen, *wie* die Regulation vor sich geht, welches die Muttersubstanzen des Harn-Ammoniaks sind, so können wir doch sagen, daß die beiden Regulatoren Ammoniak und Phosphorsäure aus dem Eiweiß bzw. Nukleinen und Phosphatiden stammen, d. h. daß der Körper zur Regulierung des Säurenbasengleichgewichts noch andere (und zwar sehr wirksame) Hilfsmittel zur Verfügung hat als nur die Mineralien. Und daß diese Regulation, die die Niere leistet, ein wichtiges Glied in der Gesamtorganisation der Säugetiere darstellt, sehen wir an ihrer sorgfältigen Funktion; dem Minimum an Ammoniak im Blut und dessen hoher Konzentration im Harn. Diese Funktion der Eiweißstoffe ist vermutlich physiologisch sogar von größter Bedeutung und kann vielleicht zur Klärung der merkwürdigen aber sicher bewiesenen Tatsache einen Beitrag liefern, daß bei den mineralreichen pflanzlichen

Nahrungsmitteln das Bedarfsminimum an Eiweiß viel niedriger liegt als bei Fleisch-Nahrung.

Wir haben noch keinen einzigen Beweis dafür, daß die Mineralzusammensetzung einer normalen Nahrung zu einer Säuerung führen könnte, die für den Organismus gefährlich wäre, während es umgekehrt bewiesen ist, daß in einem Fall, in dem ein pathologischer Säureüberschuß vorhanden ist, der wirklich dem Organismus gefährlich werden kann, dieser nicht aus der anorganischen, sondern aus der organischen Nahrung speziell aus den *Fetten* stammt. Das Leistungsvermögen der Niere für die Neutralisation ist offenbar ein sehr großes und scheint nur bei ganz schweren Nierenleiden (Schrumpfniere) gelegentlich zu versagen, im übrigen aber durchaus regelmäßig und ausreichend zu funktionieren. Wir wollen ferner im Auge behalten, daß die Niere normalerweise ein saures Produkt liefert mit einem ph niedriger als 7,0, daß sie also auf die Ausscheidung saurer Valenzen vollkommen eingestellt ist. Vielleicht dürfte sogar die Ausscheidung eines zu wenig sauren, bzw. eines alkalischen Harns wegen der Bildung von Steinen eher eine Gefahr bedeuten als die dauernde Ausscheidung sauren Harns.

Im übrigen möchten wir glauben, daß diese ganze Betrachtungsweise durchaus unvollständig ist, denn wir wissen, daß der normale Säuregrad der Gewebe und des Blutes konstant erhalten wird und die Resultante ist von den vorhandenen *Pufferungsgrößen*. Wenn wirklich die Demineralisation eine Gefahr bedeuten würde, dann müßte zunächst mal nachgewiesen werden, daß die Pufferung der Gewebe und speziell auch die des Blutes durch salzarme Nahrung eine wirkliche Schädigung erfährt.

Wenn wir also guten Grund haben anzunehmen, daß bei der üblichen Zubereitung unserer Speisen eine erhebliche Demineralisation nicht eintritt, zum mindesten nur ausnahmsweise in einem solchen Grad, daß wir daran schwerere Befürchtungen zu knüpfen hätten, so ist es etwas anderes vielleicht mit der *Transmineralisation*. Einen Einfluß der Zuführung von Kalisalzen auf den Mineralbestand des Organismus, hat schon *Bunge* gezeigt, der fand, daß Zuführung von Kalisalzen eine vermehrte Ausscheidung von Natriumsalzen herbeiführt, ein Verhalten, das er nicht ganz glücklich mit dem Ausdruck bezeichnete die „Kalisalze verdrängen die Natriumsalze". Der Nachweis, daß die Kalisalze irgendwo im Organismus an die Stelle der Natriumsalze treten können, etwa so wie bei der Phlorridzin-Verfütterung das Fett imstande ist, das Glykogen aus der Leber zu verdrängen, ist nicht erbracht worden und dürfte auch schwer zu erbringen sein, zumal ja, wie eben auseinandergesetzt wurde, der osmotische

Druck in den *inter*zellulären Flüssigkeiten spezifisch durch Kochsalz und hauptsächlich nur durch dieses aufrecht erhalten wird. Die Kalisalze aber sind *intra*zelluläre Bestandteile, haben also eine ganz andere Funktion im Organismus als die Natriumsalze und man sollte endlich aufhören, die beiden Alkaliionen trotz ihrer chemischen Aehnlichkeit als biologisch gleichwertig anzusehen. Gegenüber großen Kaliumgaben wehrt sich der Organismus durch schnelle Ausscheidung, Kalisalze sind ein vortreffliches Diuretikum, und daß mit der Harnvermehrung ein Kochsalzverlust eintritt (Natriumionen „verdrängt" werden) braucht nicht weiter Wunder zu nehmen.

Bereits *G. von Bunge* fand, daß der Organismus imstande ist, selbst große Kalimengen rasch aus dem Plasma zu entfernen und so das Auftreten einer schädlichen Kaliumkonzentration (über 0,042%) zu verhindern, nachdem der erste Hinweis auf die Giftigkeit der Kaliumsalze von *J. Blake* schon im Jahre 1839 gegeben war.

Eingehende quantitative Untersuchungen wurden dann von *Johann Bock* und seinen Schülern angestellt. Sie bestätigten die bekannte Tatsache, daß Kaliumsalze intravenös stark giftig sind, und daß ihre geringe Giftigkeit bei Darreichung per os auf der Fähigkeit der Gewebe beruht, das ins Blut herübertretende Salz sehr schnell und in beträchtlichen Mengen aufzunehmen. Später tritt dann natürlich als ausschlaggebender Faktor die Ausscheidung mit dem Harn hinzu. *T. Hald* fand bei normalen Kaninchen, daß das normale Plasma einen K_2O-Gehalt von 0,025—0,030% aufweist und daß der Tod eintritt, wenn der Gehalt auf 0,07—0,08% steigt, also auf eine noch recht niedrige Größe.

Diese Untersuchungen wurden neuerdings von *Norn* und *Morgens* bestätigt, sie fanden, daß die Kaliumkonzentration bei Kaninchen durch Eingabe von 2 g KCl bis um 100% gesteigert werden konnte. Bei einem Selbstverbrauch konnt ebenfalls eine Steigerung von 64%, 2½ h. nach Aufnahme von 12 g KCl nachgewiesen werden. Die Steigerung dauert mehrere Stunden und ist schon eine ½ Stunde nach der Aufnahme sehr ausgeprägt. Nach Infusion von Kalisalzen bekommen nephrektomierte Kaninchen eine während des ganzen Versuches andauernde Steigerung des Kaliumgehaltes im Plasma, bei Tieren mit normaler Nierentätigkeit steigt die Konzentration zuerst auf das Doppelte und fällt dann auf ein über dem Ausgangswert liegendes Niveau, das für mehrere Stunden beibehalten wird. Nach Angabe der oben genannten Autoren, strömt das Kalium zu Beginn aus dem Blut vorwiegend ins Gewebe, später überwiegt die Aus-

scheidung durch die Nieren, wobei sich ein intensiver Kaliumstrom aus dem Gewebe zum Plasma entwickelt. Die Kaliumpassage durch die Kapillarwand muß leicht, bei einer sehr kleinen Differenz des osmotischen Druckes, vor sich gehen. Die Nieren scheiden mit dem Kalium auch erhöhte Mengen von Na und Wasser aus, das Kalium überwiegt vor allem im spätern Verlauf des Versuches. Eine konstante Relation zwischen der Kalium-Konzentration im Plasma und der Ausscheidung durch die Nieren braucht nicht zu bestehen.

Die Anschauung, daß man durch die Nahrung Einfluß hätte auf den *Bestand* an Asche im Organismus hat allgemeine Gültigkeit gehabt bis Anfang der 70er Jahre und wurde von so hervorragenden Physiologen geteilt wie *Gorup-Besanez*, *Kemmerich* und auch *Bunge*, und namentlich die Tatsache, daß letzterer glaubte, daß das Kalium das Natrium verdrängen könnte, was er in einer glänzenden Darstellung in seinem bekannten Lehrbuch zum Ausdruck brachte, hat wohl viel dazu beigetragen, daß diese Anschauung auch heute noch vielfach geteilt wird. Und dabei ist sie längst überholt. Es war die Erstlingsarbeit des seither um die Wissenschaft so hoch verdienten *K. Landsteiner*, in der diese Anschauung vollkommen widerlegt wurde. Er fütterte erwachsene Kaninchen *dreieinhalb Monate* lang einerseits mit Kuhmilch und andererseits mit Wiesenheu. Bei ersteren beträgt das Verhältnis Na_2O: K_2O 1:1 bis 1:2—3, bei dem Heu 1:3—57, bei der Analyse des Blutes aber ergab sich ein Verhältnis 1:4,88 bzw. 1:5,577, also vollständige Identität. Die Schlußfolgerung, zu der *Landsteiner* kommt, sei wörtlich zitiert, weil sie eine der Grundtatsachen der Ernährungslehre darstellt: „nicht die Zufuhr der mineralischen Stoffe entscheidet über ihre Einverleibung in den Organismus, sondern daß der Tierkörper die ihm gewöhnlich reichlich dargebotenen Salze, wenn dieser Ausdruck erlaubt ist, nach Bedarf in seinen Bestand aufnimmt oder ausscheidet, ebenso wie im Allgemeinen die übrigen ihm zugeführten Stoffe."

Die Gewebe können also Kaliumsalze aufnehmen, die Niere sie leicht abgeben, damit ist der Organismus in hohem Maße unabhängig von Schwankungen der Zufuhr und wir brauchen daher bezüglich einer ausreichenden Kaliumzufuhr nicht in Sorge zu sein, selbst wenn auch aus dem Rohmaterial unserer Nahrungsmittel durch das Abkochen nach Jahrhunderte alter Sitte ein großer Teil entfernt wird, ja es scheint sogar, daß eine übermäßige Kaliumzufuhr für den Organismus eher schädlich sein dürfte als eine zu geringe.

Für einen schädigenden Einfluß können zweifellos die Versuche von *Rost* an Ratten sprechen, der zu einer gleichmäßigen Grundkost, bestehend aus Milch und Weißbrot, täglich einen Zusatz von einigen Tropfen verschiedener Kalisalzlösungen zufügte. Dabei zeigten die folgenden Generationen ein gehäuftes Auftreten von Zirkulationsstörungen, dunkelbraunrote Verfärbung bis Brandigwerden der Gliedmaßen und des Schwanzes. Bei späteren Generationen, hauptsächlich nach Zusatz von Kalisalpeter, traten die Veränderungen schon kurz nach der Geburt auf. Im allgemeinen aber dürfte auch gegenüber dieser Anschauung eine gewisse Skepsis am Platze sein.

Vielfache Erfahrungen unseres Instituts zeigen, daß von einer konstanten Aschenzusammensetzung nicht einmal beim Blut geschweige denn bei der Pflanzenasche gesprochen werden kann.

Zwischen Aepfeln und Aepfeln besteht eine wesentliche Differenz, die nicht nur von Art zu Art zu finden ist, sondern bei der auch die Kulturbedingungen offenbar ein sehr wesentlicher Faktor sind. Das bewirkt, daß alle Untersuchungen über die Frage, ob eine Mineralzufuhr ausreichend ist, auf schwankendem Boden stehen. So muß man sich einstweilen mit dem negativen Schluß begnügen, daß kein Beweis dafür vorliegt, daß es zu einer schädlichen Demineralisation kommt bei der bisher eingebürgerten und altbewährten Kost, vielmehr spricht alles dafür, daß bei ihr der Mineralbedarf automatisch vom Organismus geregelt wird.

Literatur.

Kramer und *F. Tisdall:* Journal of biol. Chem. 46, 467, 1921. — *H. Müller:* Helvetica Chimica acta 6, 1152, 1923. — *Doisy* und *Bell:* Journal of biol. Chem. 45, 313, 1921. — *Ernst Tschopp:* Helvetica Chimica acta 8, 893. — *M. Wieser:* Diss. Physiol. Chem. Institut Basel 1927. — *M. P. Grabar:* Bulletin de la Société de Chimie Biologique 11, 58. — *E. Tschopp:* Bioch. Zeitschrift 203, 267, 1928. Helv. Chimica acta 10, 843, 1927. — *H. K. Barrenscheen:* Bioch. Zeitschrift 189, 308. — *Fiske* und *Subarrow:* Journal of biol. Chem. 66, 375. — *Markwalder:* Schweiz. Med. Wochenschrift 54, 399, 1924. — *W. H. Jansen:* Münchner Med. Wochenschrift 65, 1112, 1918. — *T. Hald:* Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie 53, 227, 1905. — *Norn* und *Morgens:* Skand. Arch. Physiol. 55, 211, 1929. — *Ragnar Berg:* Die Nahrungs- und Genußmittel. Der Einfluß des Abbrühens auf den Nährwert unserer Gemüsekost. — *K. Landsteiner:* Z. f. phys. Chem. 16, 12, 1891. — *F. Rost:* Münchner Med. Wochenschrift No. 76, 910, 1929.